

利用常態化差異植生指數並配合監督式分類 進行臺中市西部土地利用變遷之探討

林委億¹ 陳子曦² 洪承鈞^{3*}

摘要

本研究使用臺中市西部地區之福衛五號衛星影像進行光譜分析及影像分類，利用 GIS 計算同一地不同時間的常態化差異植生指數及監督式分類，討論研究區自 2018 年至 2019 年的地表覆蓋變化情形，進而偵測土地利用變異區位。並搭配現地實察，探討不同的土地利用與光譜特性、影像分類結果之差異。配合臺中市國土計畫法內容，討論國土計畫與土地利用變遷之關係，探討土地利用變異的可能原因。研究結果指出受國土計畫法規之影響，鄰近市區的郊區地帶為土地利用變遷之熱區，土地利用的型態多由農業用地、林地變更為工商住宅用地。

關鍵詞：福衛五號影像、常態化差異植生指數、影像分類、土地利用變遷

1. 緒論

1.1 研究動機與目的

土地利用變遷將影響全球的生物多樣性、導致氣候變遷，也是土壤侵蝕的主因。而生態系統的改變，更影響生物系統支持人類需求的能力。過去對於土地使用的原則，是以發揮土地的最大經濟利益為優先，以此原則決定最適合的土地使用型態。位於都市邊緣的農地、林地、溼地或野生動物棲息地相較於其他工商用地的經濟利益相形低落，因此農地、林地等土地利用區被轉用或流失的情況就變得嚴重，相關研究指出介於都市與鄉村之間的郊區，為人口集居地及成長重心，土地利用變遷現象明顯（胡瑋婷，2003、朱弘安，2011、謝孟謙，2006）。

近年來臺中市各地區高樓林立，原本的農田皆已變成鋼筋水泥的現代建築。2019 年臺中市政府頒布臺中市國土計畫法草案，草案內容中將臺中市分為三個核心區及六個策略區，各自規劃不

同的發展目標。那麼這樣的景觀改變是受到國土計畫的影響嗎？還是有其他的因素呢？

光學衛星可接收地表反射之光譜值，經過使用者的解讀，可瞭解一地的地表覆蓋及土地利用狀況。透過比對前後期的衛星影像，可讓研究者在短時間內得知大範圍的地表覆蓋情形。國人自主開發的福爾摩沙衛星五號（簡稱：福衛五號）具有兩日再返的時間解析度及全色態 2 m、多光譜 4 m 的空間解析度，可供研究單位針對同一地區蒐集長時間週期且高空間解析度的地表資訊，有利於進行前後期的土地利用變遷研究。

根據前後期影像比對，臺中市東半部 NDVI 變化不大，東半部地區土地變遷情形較不明顯，故本研究以臺中市西部地區為研究區，使用福衛五號衛星影像進行土地利用變遷分析，並比對臺中市國土計畫草案的策略區發展目標，訂定以下兩項研究目的：

- (1) 以衛星影像偵測土地利用變異區位。
- (2) 探討土地利用變異可能造成改變原因為何。

¹ 中國文化大學大氣科學系 大學生

² 臺中市立龍津高級中等學校 學生

³ 臺中市立龍津高級中等學校 地理科專任教師

* 通訊作者，電話：04-26304536 轉 786, E-mail: hungchengjun@apps.ljhs.tc.edu.tw

收到日期：民國 109 年 11 月 02 日

修改日期：民國 109 年 11 月 23 日

接受日期：民國 109 年 12 月 21 日

1.2 研究流程與方法

為完成前述研究目的，本研究蒐集衛星影像及相關文獻，並以 GIS 進行光譜分析與影像分類，找出土地利用變遷之變異點，搭配現地實察，討論變異點的空間分布及形成的原因，最後提出結論，研究流程圖如圖 1。

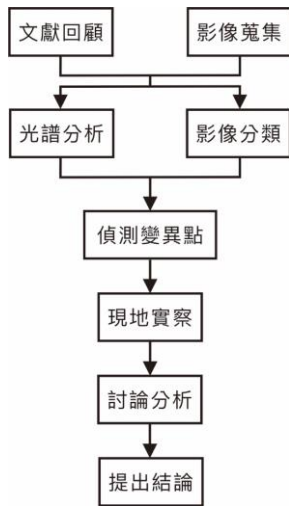


圖 1 研究流程圖

1.3 研究區概況

2010 年臺中縣市合併改制為直轄市，在縣市合併以前，原臺中縣因地理位置，約可分為山、海、屯三區塊，「山」是指后里、豐原、潭子、

大雅、神岡、石岡、新社、東勢及和平的山線地區，「海」則為清水、梧棲、沙鹿、龍井、大安、大甲及外埔的海線地區，「屯」為大里、太平、霧峰及烏日等行政區，而原臺中市則屬於臺中的發展核心，故稱為「都」。本研究將研究區域鎖定在臺中市西半部，即為「都」、「海」及部份的「山」區。

在臺中市國土計畫架構之下，將全市劃分為三大核心、六大策略分區 (圖 2)，本研究區的範圍主要跨樂農休憩策略區、雙港門戶策略區、水岸花都策略區及都會時尚策略區。在樂農休憩策略區及雙港門戶策略區的範圍內，土地利用規劃為自然棲地 (大肚山、鐵砧山)、農業生產區 (大安、大甲、外埔、清水) 及集約發展住宅區 (日南、大甲、外埔、梧棲、沙鹿、坪頂)。水岸花都策略區的土地利用，規劃為自然棲地 (大坑風景區)、集約發展區 (豐原、神岡、大雅、中部科學園區、后里園區) 及農地轉型區 (神岡、東勢、潭子、豐洲工業區)。都會時尚策略區，則將土地利用規劃為自然棲地 (大坑風景區)、中部科學園區、臺中工業區 (臺中市政府，2020)。

2020 年，臺中市人口約 281.7 萬人，人口主要集中在分布於舊臺中市區及周邊行政區 (圖 3)。其中沙鹿、梧棲區人口成長率明顯高於臺中市人口成長率 (圖 4)。

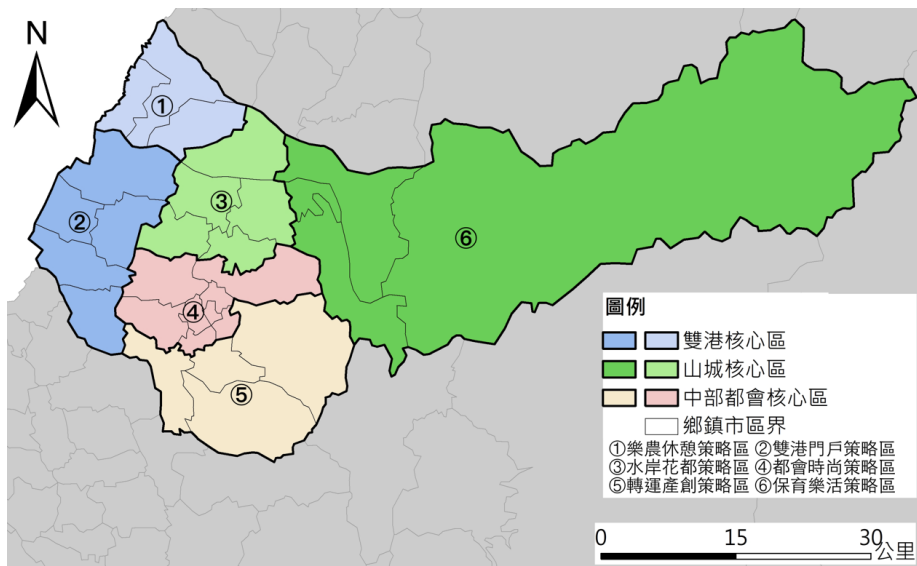


圖 2 臺中市六大策略分區劃設示意圖

資料來源：轉繪自臺中市國土計畫 (草案) (臺中市政府，2020：頁 3-14)

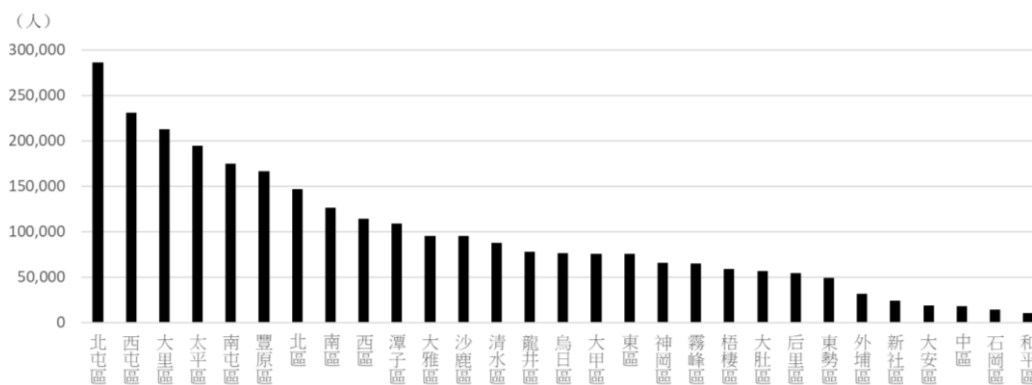


圖 3 臺中市各行政區人口數量統計圖 (2020 年 9 月)

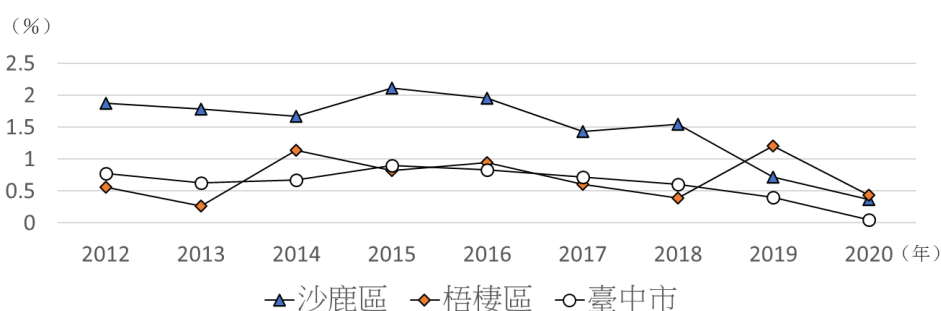


圖 4 臺中市、沙鹿區、梧棲區人口成長率變化圖 (2012-2020 年)

2. 影像材料與前人研究

2.1 影像材料

本研究使用國家太空中心所提供之 2018 及 2019 年福衛五號之衛星影像做為研究材料，福衛五號是臺灣首顆完全自主研发的光學遙測衛星，衛星資料整理如表 1。利用福衛五號的高時間解析度及高空間解析度，可供本研究蒐集地表覆蓋的變化情形，並進一步討論土地利用的變異點及其空間分布。

表 1 福衛五號衛星資料簡表

項目	特性
時間解析度	2 日再返
空間解析度	全色態：2m、多光譜：4m
光譜解析度	Band1：Blue (B，藍光) (0.45~0.52μm) Band2：Green (G，綠光) (0.52~0.60μm) Band3：Red (R，紅光) (0.63~0.69μm) Band4：Near Infrared (NIR，近紅外光) (0.76~0.90μm) Panchromatic (0.45~0.70μm)
輻射解析度	12bit (0-4095)

2.2 都市蔓延

都市中心因開發歷史較早，可供開發的建成地不足，土地取得成本隨之提高。都市居民開始向都市外圍移動，尋找較低成本的建成地。新開發的區域與人口密度皆較原市中心為低，土地使用效率也較低，而在這向外擴張且低密度的聚落發展型態即稱為都市蔓延。都市蔓延的方向，會受到主要運輸廊道分布與空間距離遠近的影響。而都市蔓延的結果，也將做為後續都市計畫相關基礎設施之興建與部署的參考依據 (朱弘安，2011、張庭瑋，2018)。

相關研究指出介於都市與鄉村之間的郊區，為人口集居地及成長重心，土地利用變遷現象明顯 (謝孟謙，2006)，且都市蔓延方向將沿省道、縣道等主要運輸廊道發展 (林承緯，2005)。

關於都市蔓延的研究者眾，部份學者使用如都市擴張指標 (謝孟謙，2006)、地景指數 (朱弘安，2011) 或馬可夫鏈 (Markov chain) (張庭瑋，2018) 等空間計量方式進行都市蔓延的研究或預測，也有使用訪談 (胡瑋婷，2003) 或疊圖法分析 (林承緯，2005) 等方法討論都市蔓延的現象

及影響。

2.3 影像分析

2.3.1 植生指數 (Vegetation Index)

1973 年 Rouse 等人提出利用常態化差異植生指數 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 來觀察地表的植被多寡。其原理是植物裡的葉綠素 (Chlorophyll) 對於紅光 (R) 具有大量的吸收作用及強烈反射近紅外光 (NIR) 的特性。當葉綠素愈多時，植被密度愈高時，反射的近紅外光值就愈多，NDVI 會接近 1，所以近紅外光值是葉子健康狀況的指標。土壤與岩石的 NDVI 會產生近乎於 0 的數值，因為這兩者在紅光與近紅外光的數值相近。比起近紅外光，水體對紅光的反射率較高，所以 NDVI 會接近-1。

除此之外，研究者也可利用衛星影像中的綠光 (G) 或藍光 (B) 進行常態化差異水體指數 (Normalised Difference Water Index, NDWI)，綠光段對水體有較佳之穿透力，因此若是乾淨的水體，衛星可接收之反射綠光值較低；含有雜質的水體，衛星可接收到較多由泥沙反射之綠光，據此結果，研究者可用來監測水庫水質與海洋汙染狀況因此可從紅光與近紅外光的差值觀察植被的變化情形，監測植物成長狀況、健康及空間分佈或農作物的土地變遷及土地開發情形 (吳振發及詹士樑，2002、黃麗娟等，2008)。

由於衛星影像的時間解析度高，且任務時間長，研究者可以利用衛星影像做長時間或短時間的土地利用變遷或是植物生長情形的監測，部份研究者利用植生對近紅外光的反射特性使用 NDVI 進行植生覆蓋或監測的相關研究 (張智傑，2000、施淑琪，2006、劉名翔，2010、林郁媚，2014、賴奕璇，2017、張仲鈞，2019)。朱志浩 (2018) 則是進一步利用 NDVI 做農村的地景變遷分析。

2.3.2 影像分類

進行衛星影像資料分析時，研究者可以使用影像分類做為其研究方法。影像分類 (Image Classification) 即是將影像中相同光譜特徵萃取出來，依研究者的需求進行分類，並使用統計方

法在一定範圍內進行地表物覆蓋分類。經過分類後的影像可轉成圖層資料，並利用此圖層資料進行進一步的研究與討論。例如同一位置前後期的地表覆蓋是否相同、同一覆蓋物的面積是否改變……等。一般常見的分類方式有兩種，分別是監督式分類 (Supervised Classification) 以及非監督式分類 (Unsupervised Classification)。以下就兩種方法說明如下：

(1) 監督式分類

監督式分類過程有兩個階段，一是劃定訓練區，將影像中選取可辨識的地表或依據參考資料劃定，以此作為整張影像分類之依據；另一為分類階段，即辨識整張影像中各像元 (pixel) 光譜值與訓練區光譜值之異同關係，而決定該像元所歸屬之類別 (劉守恆，2002)。監督式分類優點為結果較為精確，人工選取訓練區的過程越精細，辨識結果準確率會越高，較適用於地表特徵較複雜之影像；缺點為需要花費較長時間圈選訓練樣區。

(2) 非監督式分類

非監督式分類的原理是利用性質相同的個體具有聚集成群的特性，透過上述的像元分布特性，並以數學演算的方式，將具有相同光譜特性之像元劃分成同一類，最後使大部分的像元皆能依照其光譜特性被歸於應屬的類組中。

非監督式分類的優點是相較於監督式分類較為方便，單純利用數學演算法進行分類，不須事先知道土地的地表覆蓋情形，依據光譜特性及操作者指定的類別數進行分類，且每一種土地覆蓋皆可被分類，並可減少監督式分類中圈選訓練區所耗費的時間；缺點是只能得知分類結果，無法瞭解分類項目之依據，將導致分類結果可能會有盲點或兩地光譜值過於相似而被誤判的情形，對於特定類組亦無法控制。此外，各種地物的光譜特性可能隨時間而有變異，在精確度方面亦因日照角度或雲層覆蓋量的不同而造成分類品質不穩定。

監督式分類與非監督式分類二者最大的不同是，非監督式分類僅考慮每一像元與分類類別，而監督式分類則是透過人工選取訓練區，並且必須考量訓練區內像元光譜的平均值，因此經驗上監督式分類結果會比非監督式分類的結果較為準確。

本研究的研究範圍位於大臺中都會區，幅員廣大，地表覆蓋同時涵括水體、林地、農地、建地、道路……等不同的土地利用，且建地又可再細分為都市常見之水泥建材及鄉村常見鐵皮建築，農地也可分為水田及旱地等不同的地表覆蓋，土地利用相對複雜且破碎。因此本研究使用可由研究者圈選訓練區之監督式分類做為本次的影像分類方法，採用都市蔓延的研究觀點，配合 NDVI 討論植生分布的時空差異，並利用影像分類討論前後期地表覆蓋之變化，討論臺中市土地利用的變遷現象與國土計畫政策及人口成長之關係。

3. 研究方法

3.1 光譜分析

本研究使用 GIS 計算臺中市西部地區 2018、2019 年的衛星影像的 NDVI，指數說明如表 2。NDVI 愈高，表示植被覆蓋率越高。搭配土地使用現況調查，得知都市地區 NDVI 低，表示其植生覆蓋率低。

表 2 NDVI 簡表

名稱	常態化差異植生指數
	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
計算方式	利用植生及水體對紅光與近紅外光的反射率不同來表示土地利用的差異
運算公式	$\frac{NIR - R}{NIR + R}$
數值範圍	0 ~ 1

NDVI 可用來觀察一地土地植生覆蓋的狀況，NDVI 愈接近 1，表示植生密度愈高；愈接近 0，

則表示植生密度愈低。本研究使用前後期影像的 NDVI，搭配影像疊合 (Merge) 的方式，探討研究區的植生覆蓋變化情形，做為土地利用變遷的分析參考。

完成 NDVI 計算後接續使用 Composite Bands 的功能將前後期的 NDVI 進行疊合，觀察同一地區不同時期的 NDVI 變化情形。如本研究將 2018 年的 NDVI 設為 Band1 (紅色)，2019 年的 NDVI 設為 Band2、3 (藍色和綠色)。進行疊合之後，影像呈現白色範圍代表 2018 年和 2019 年 NDVI 皆高，如大肚台地上的森林地；影像呈現黑色範圍代表 2018 年和 2019 年 NDVI 皆低，如海水，此兩處無明顯土地利用變遷。

影像呈現紅色範圍代表該處 2018 年 NDVI 較高，如變異點 1 號地，根據本研究實際現地調查結果為施工現場，原始植被遭剷除，使 2019 年植生覆蓋率下降，因而導致 NDVI 下降；疊合結果呈現藍綠色範圍則代表 2019 年 NDVI 較高，如變異點 3 號地，2018 年時正在動工，2019 年已完工，植生復原後致使 NDVI 上升。此兩處皆因明顯的土地利用變遷而導致 NDVI 變化，據此本研究以此原理原則圈選前後期 NDVI 改變處為變異點，進行土地利用變遷之討論。

3.2 影像分類

本研究使用監督式分類 (Supervised Classification) 對影像進行分類，分為① 農地 (水田)、② 農地 (旱地)、③ 林地、④ 裸露地 (沙灘地)、⑤ 建地 (水泥建築)、⑥ 建地 (鐵皮建築)、⑦ 交通用地 (道路) 及⑧ 水體等八種分類，用以討論前後期的土地利用分類結果是否一致，做為土地利用變遷的分析參考。

朱弘安 (2011) 表示，都市蔓延將導致都市內建成地供給不足，並提高可開發用地的取得成本，建商與居民將開始沿著主要運輸廊道向外延尋較低成本的建築用地，而土地利用變遷的結果常使得林地變成道路或建地等土地利用。因此本研究就 2018、2019 年臺中西部之衛星影像圈選訓練區，並對影像進行分類。

3.3 實地踏查

利用衛星影像進行光譜分析及影像分類後，可得知地表覆蓋的變異點分布。然而變異點無法得知變更後土地利用的用途、目的以及未來的演變。因此本研究除了以光譜分析及影像分類進行地表覆蓋變遷的偵測外，還需搭配現地調查，直接觀看土地利用的形態，或是查看工程告示牌、訪問當地人……等方式，使研究證據更加完整。

4. 分析與討論

4.1 變異點分布

本研究經光譜分析及影像分類作業後，尋找 2018 年到 2019 年期間具明顯光譜差異及影像分類結果差異之點位，再搭配現地實察瞭解地表覆蓋之現況。本研究在現地實察過程中，發現部分地點光譜差異大、影像分類結果迥異，但實際上僅為屋頂鐵皮加蓋或前院整修之地表覆蓋改變，故將此類光譜變異點排除於研究對象之外。本研究整理變異點共 10 處，配合實地踏查變異點所得出的土地利用變遷結果，並依其未來土地利用之目的，本研究將變異點之類別分為工商用地、住宅用地、休閒用地、其他類型用地四大類，其分布及描述如圖 5 及表 3。

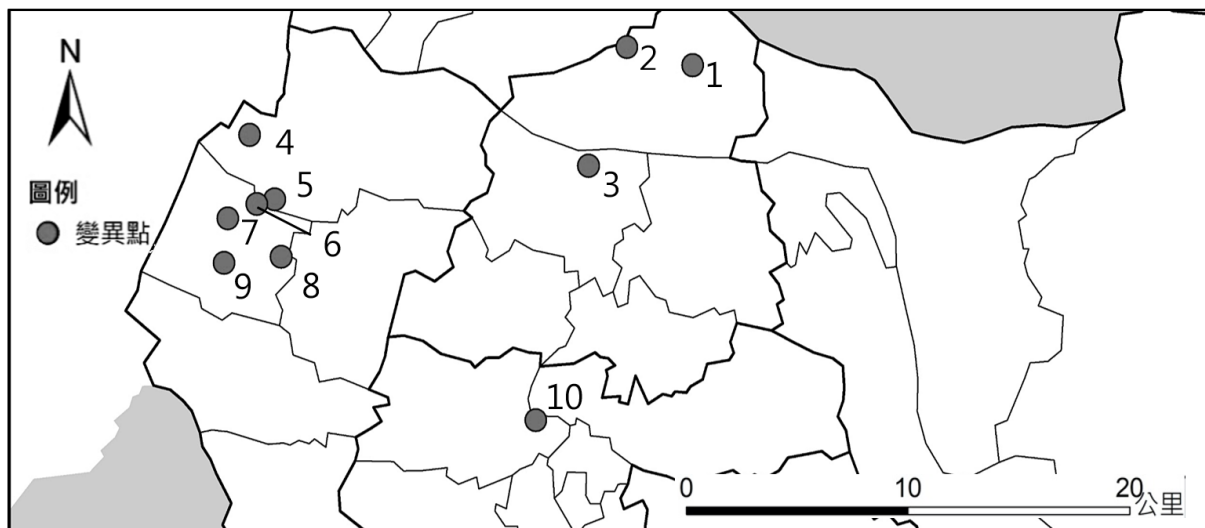










圖 5 變異點分布圖

表 3 變異點一覽表

變異點編號	變異點 1	變異點 2
地點	后里 (臺灣美光記憶體擴廠基地)	后里 (麗寶暢貨中心二期)
現場照片		
類別	工商用地	休閒娛樂用地

變異點編號	變異點 3	變異點 4
地點	神岡 (豐洲科技工業園區預定地)	清水 (福懋油脂廠房基地)
現場照片		未取得許可 無法拍攝現場照片
類別	工商用地	工商用地
變異點編號	變異點 5	變異點 6
地點	清水、梧棲 (遠雄之星基地)	梧棲 (長虹天擎與聯悅建設基地)
現場照片		
類別	住宅用地	住宅用地
變異點編號	變異點 7	變異點 8
地點	梧棲 (三井暢貨中心)	梧棲 (某某高中體育館)
現場照片		
類別	休閒娛樂用地	其他類型用地
變異點編號	變異點 9	變異點 10
地點	梧棲 (車王電子與華德動能基地)	北屯 (水滴經貿園區預定地)
現場照片		
類別	工商用地	工商用地

配合國土計畫法內容、實地踏查及訪談結果，分析土地利用變異之區位分布原因如下：

- (1) 工商用地：類型為工商用地之變異點主要分布於中部科學園區、關連工業區及其周邊地區，可知工商用地之分布會受到舊有的工業區分布區位的影響。
- (2) 住宅用地：本研究取得類型為住宅用地之變異點集中於雙港門戶策略區，應是受到大型建商於此進行造鎮計畫有關。
- (3) 休閒娛樂用地：本研究取得種類為休閒娛樂用地之變異點，皆為大型購物中心，其區位分布明顯坐落於郊區，與傳統商業區之分布有明顯差異。
- (4) 其他類型用地：除上述分類尚有一變異點，實察結果該地為某校之校地擴建計畫，與整體國土計畫較無明顯相關。

4.2 變異點分析

變異點 1、3、4、9、10 分屬水岸花都策略區、雙港門戶策略區、都會時尚策略區中的集約發展或農業轉型區(有關各變異點前後期土地利用變化狀況,可參閱本文附錄)。以變異點 1 為例,此區過去多為蔗園及稻田等農業土地利用,因應國家產業發展策略,轉型為科學工業園區,因此多見高科技軟體工廠廠房。

另變異點 3 為停車場,而周邊則多為農田,訪談得知此處為 2018 年臺中市舉辦世界花卉博覽會及臺灣燈會時接駁車及遊覽車之停車場,雖然目前閒置使用中,但受訪者表示此處日後將開發為科技工業園區,亦符合國圖計畫中集約發展或農業轉型之土地利用變遷方向。

變異點 10 為水滄經貿園區,此區在規劃為經貿園區之前,曾經是臺中水滄機場(圖 6)。2004 年水滄機場擔任的臺中航空站任務轉至清泉崗機場,水滄機場的民用部門停止運作。2007 年水滄機場大部份用地由國防部轉交由臺中市政府管理,2012 年水滄機場的航空用途正式結束。臺中市政府便著手將水滄機場及周邊土地規劃為水滄經貿園區。目前此區主要進行工程為中臺灣

電影中心(圖 7),迨工程完工後,此區之景觀將與過去有很大的不同。



圖 6 已停用之水滄空軍基地



圖 7 正在興建中臺灣電影中心

變異點 2、7 為大型暢貨中心,此兩地位於臺中市市區外圍,單位地價較便宜,業者可以較低成本取得大片土地,滿足業者大規模經營之需求。變異點 2 為暢貨中心之二期工程,變異點 7 為暢貨中心擴建之停車場。臺中市為中部地區最高級中地,服務範圍廣,客源充足,為滿足消費者的購物及停車需求,故有擴建之情事。據新聞指出變異點 7 所屬業者亦有興建二期工程的打算,可見此區未來的土地利用增加。

變異點 5、變異點 6 土地利用變遷為住宅用地,於國土計畫分類為集約住宅區。訪談過程中得知除了變異點 5、6 所屬建設公司以外,尚有 20 餘家建設公司於此興建住宅大樓,可知此區未來將有更多集約住宅區,訪談時也得知此區過去多為魚塢或稻田,如今變為高樓大廈,是為顯著的土地利用變遷結果。

變異點 8 為某校的校區擴大工程,根據臺中市人口統計資料,梧棲區近幾年皆為人口正增加區,可推估學齡人口有明顯的成長,此成長現象因與此土地利用變遷有顯著關係。

5. 結論與建議

本研究以福衛五號衛星影像為材料，利用 GIS 計算 NDVI，觀察一地土地植生覆蓋率，並比對研究區自 2018 年至 2019 年 NDVI 的變化，探討研究區的植生覆蓋變化情形。接續使用監督式分類，將研究區影像分為水田、旱地、林地、裸露地、水泥建築、鐵皮建築、道路及水體等 8 種類別，用以討論前後期地表覆蓋分類結果是否一致，搭配前後期 NDVI 的變化情形，得出 10 處具地表覆蓋變遷現象之變異點。然而變異點無法得知變遷後土地利用的用途、目的以及未來的演變，因此本研究除了以光譜分析及影像分類進行土地利用變遷的偵測外，亦搭配現地實察，觀察土地利用之型態，或查看工程告示牌、訪問當地居民、工程人員等方式，探討不同的土地利用與光譜特性、影像分類結果之差異，說明國土計畫與土地利用變遷之關係。

根據前人研究及本次的影像分析，可知土地利用變遷大多由農業用地、林地轉變為工商、住宅用地。此現象可能因為地主為使土地發揮最大經濟效益，將土地變賣予建設公司做為開發利用；或因應國土開發計畫，將閒置土地或經濟效益較低之土地利用類型變更為較符合當代土地開發需求之利用類型。例如臺中市國土計畫法中雙港門戶策略區為主要人口增量分派區位之一，因此在此區可見許多新興建築的變異點（變異點 5、6）。國土計畫法中明列為配合科學工業園區發展政策，應充分利用或優先勘選既有園區土地及周邊適宜土地，排除既成社區、聚落或建物密集地區為原則，本研究所列工商用地之變異點（變異點 1、3、4、9、10 號）符合計畫法中工業用地選址之指導原則。

本研究進行光譜分析及影像分類所得出的變異點，主要分布於舊臺中市區的外圍郊區地帶。前人研究指出都市中心因開發歷史較早，可供開發的建成地不足，土地取得成本隨之提高。都市居民開始向都市外圍移動，尋找較低成本的建成地。且都市蔓延的方向會由市中心開始沿著主要

運輸廊道向外擴張，因此土地利用的變異點多出現在都市外圍及主要運輸廊道的兩側。

由於時間和篇幅上的限制，導致本研究無法逐一查核前後期影像分類的準確度，亦無法與國土資料庫進行比對分析，可留待後續研究時可加強影像分類準確度的查核及討論，使研究成果更臻成熟。另由於臺中市的都市發展快速，地表覆蓋變異速度快，亦可搭配逐月的衛星影像光譜分析及影像分類判釋，瞭解地表覆蓋變異的連續變化情形，進而使用馬可夫鏈或細胞自動機等演算法推估未來的地表覆蓋的變異情形，做為未來國土規劃或土地使用分區管制之參考。

依據日前公布的臺中市國土計畫草案，本研究區範圍內有大量集約發展及農業轉型區，臺中市產業發展快速，工商業發達，人口成長率高，因此可預估未來工商住宅用地的土地利用分區面積比例將愈來愈高。然而農業用地及林地有其不可抹滅的地位，是維繫國人糧食安全及自然生態保育關鍵區域。在國土保育與經濟發展平衡的前提下，應合理分配土地利用，避免刻意偏重特定土地利用類型或抹除經濟效益較低之型態，以達到國土利用的永續發展。

參考文獻

- 朱弘安，2011。臺灣西部平原地區都市蔓延與景觀變遷之研究，碩士論文，國立臺北大學都市計畫研究所。[Chu, H.A., 2011. The study of the urban sprawl and landscape change of the western coastal plain of Taiwan, Master Thesis, National Taipei University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 朱志浩，2018。彰化縣和美鎮農業地景變遷，碩士論文，國立彰化師範大學地理學系環境暨觀光遊憩學系。[Chu, C.H., 2018. Agricultural landscape change in Hemei Township, Master Thesis, National Changhua University of Education, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 吳振發、詹士樑，2002。常態化差異植生指數應

- 用於都市綠地品質管制之探討，台灣土地研究，6(2)：17-42。[Wu, C.F., and Chan, S.L., 2002. Normalized difference vegetation index approach for monitoring urban green space quality, *Journal of Taiwan Land Research*, 6(2): 17-42. (in Chinese)]
- 林承緯，2005。臺灣都市蔓延發展型態之研究——以臺灣四大都會區為例，碩士論文，國立成功大學都市計畫研究所。[Lin, C.W., 2005. A morphological research of urban sprawl in Taiwanese four major metropolises, Master Thesis, National Cheng Kung University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 林郁媚，2014。新店溪集水區植生指標與氣象因子之關聯性，碩士論文，國立中興大學水土保持學系。[Lin, Y.M., 2014. A study on the relationship between NDVI and weather factors in Xindian Watershed, Taiwan, Master Thesis, National Chung Hsing University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 施淑琪，2006。2005 早春低溫對蓮華池試驗林 NDVI 影響之研究，碩士論文，國立彰化師範大學地理學系。[Shin, S.C., 2006. The impact of 2005 early spring cold on Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) at Lien-hua-chi experimental forest, Master Thesis, National Changhua University of Education, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 胡瑋婷，2003。都市擴張與綠地保護關係之研究——以臺中市為例，碩士論文，逢甲大學土地管理學系碩士班。[Hu, W.T., 2003. A study on the relationship between urban sprawl and open space protection - A case study of Taichung City, Master Thesis, Feng Chia University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 張仲鈞，2019。常態化差異植生指數是否能用來推估高物種多樣性森林的葉面積指數，碩士論文，國立中興大學水土保持學系。[Chang, C.C., 2019. Is it feasible to estimate LAI for high species diversity forests with NDVI? , Master Thesis, National Chung Hsing University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 張庭瑋，2018。探討都市擴張對於大坑風景區地景變遷之分析，碩士論文，東海大學景觀學系。[Zhang, T.W., 2018. An effect of urban expansion on landscape change of dakeng scenic area, Master Thesis, Tunghai University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 張智傑，2000。SPOT 衛星植生影像應用於紅樹林覆蓋面積變遷分析之研究，碩士論文，國立海洋大學漁業科學學系。[Chang, C.J., 2000. Study on SPOT NDVI images for detecting the changes of mangrove cover, Master Thesis, National Taiwan Ocean University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]
- 黃麗娟、莊智瑋、何世華、林昭遠，2008。衛星影像植生指標優選之研究，水土保持學報，40(1)：39-50。[Huang, L.C., Chuang, C.W., Ho, S.H., and Lin, C.Y., 2009. Selection of optimum vegetation index from SPOT satellite image, *Journal of Soil and Water Conservation*, 40(1): 39-50.(in Chinese)]
- 臺中市政府，2020。臺中市國土計畫(草案)，未出版。[Taichung City Government, 2020. Taichung shr guo tu ji hua (tsau an). (in Chinese)]
- 劉名翔，2010。利用監督式分類並配合 NDVI 指標進行植生分布探討——以南投縣竹山鎮林境為例，碩士論文，朝陽科技大學營建工程系。[Liu, M.H., 2010. Employing the supervised classification and NDVI to study the distribution of vegetation - Using forest area in the neighborhoods of Chushan, Nantou as an example, Master Thesis, Chaoyang University of Technology, Taiwan, ROC. (in Chinese)]

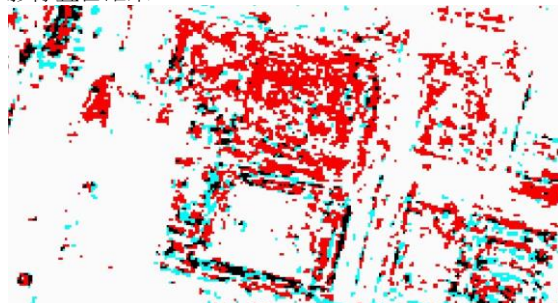
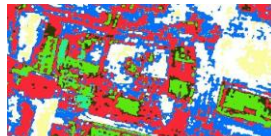
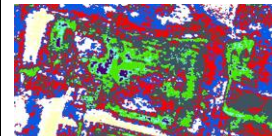

劉守恆, 2002。衛星影像於崩塌地自動分類組合之研究, 碩士論文, 國立成功大學地球科學系碩博士班。[Liu, S.H., 2011. Automatic identification of landslides in satellite images : A proposed new approach, Master Thesis, National Cheng Kung University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]

賴奕璇, 2017。以遙測影像探討香山溼地紅樹林清除變遷之研究, 碩士論文, 中華大學休閒遊憩規劃與管理學系。[Lai, I.H., Using remote sensing to explore the change of mangrove removal in Siangshan Wetland, Master Thesis, Chung Hua University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]

謝孟謙, 2006。臺灣都市擴張之研究, 碩士論文, 逢甲大學都市計畫學系。[Hsieh, M.C., 2006. The study of urban sprawl in Taiwan, Master Thesis, Feng Chia University, Taiwan, ROC. (in Chinese)]

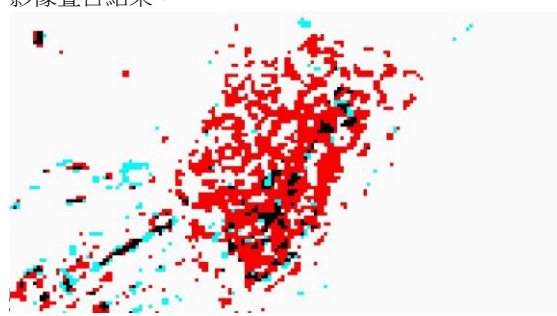
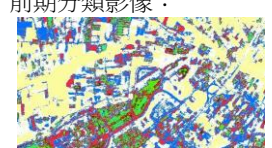


附錄

(1) 台灣美光記憶體擴廠基地

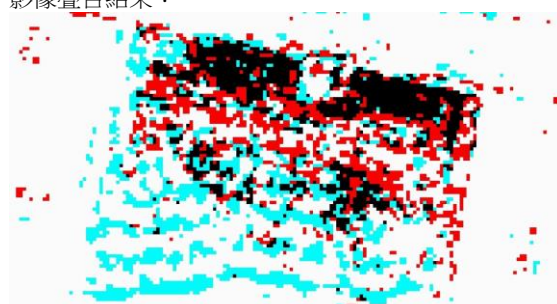
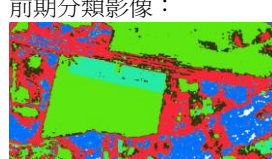
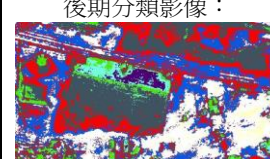

影像疊合結果：	
	
前期分類影像：	後期分類影像：
	
實際踏查拍攝影像：	
	
說明：	
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：淡黃色 (林地)、藍色 (水田) 轉變為綠色 (裸露地)。	

2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為建地。
3. 推論其土地利用變遷之原因：擴大經營規模。

(2) 麗寶暢貨中心二期

影像疊合結果：	
	
前期分類影像：	後期分類影像：
	
實際踏查拍攝影像：	
	
說明：	
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：綠色 (裸露地) 轉變為後藍綠色 (水泥建築)、深咖啡色 (旱地) 和深紫色 (鐵皮建築)。	
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為大型購物商場。	
3. 推論其土地利用變遷之原因：擴大經營規模。	

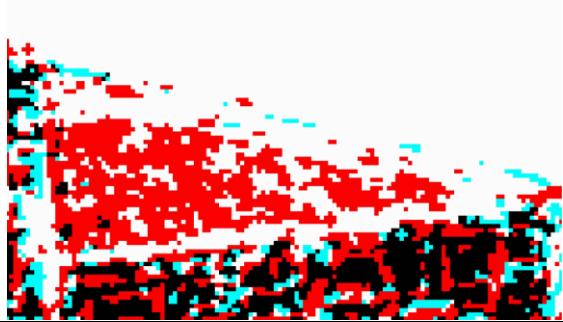
(3) 豐洲科技工業園區預定地

影像疊合結果：	
	
前期分類影像：	後期分類影像：
	
實際踏查拍攝影像：	
	
說明：	
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：淡黃色 (林地)、藍色 (水田) 轉變為綠色 (裸露地)。	

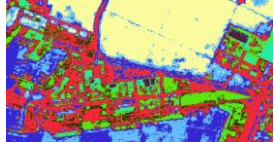
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：綠色（裸露地）和藍綠色（水泥建築）轉變為深咖啡色（旱地）和深紫色（鐵皮建築）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷轉變為大型停車場。
3. 推論其土地利用變遷之原因：訪談得知 2019 年台中市舉辦花卉博覽會及台灣燈會，使用此處做為接駁車及遊覽車之停車場，日後預計作為豐洲科技工業園區二期基地。

(4) 福懋油脂廠房基地

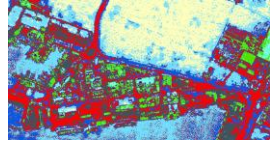
影像疊合結果：



前期分類影像：



後期分類影像：

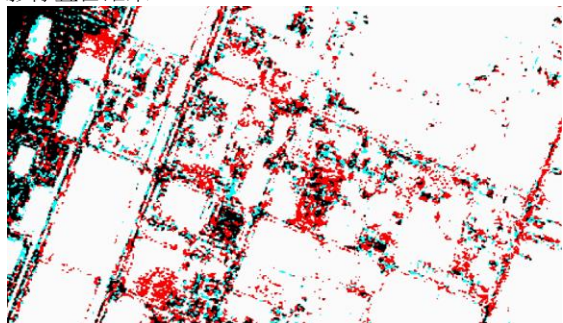


說明：

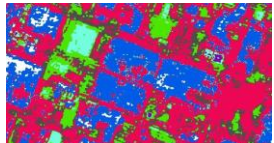
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：綠色（裸露地）和藍綠色（水泥地）轉變為深咖啡色（旱地）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為建地。
3. 推論其土地利用變遷之原因：擴大經營規模。

(5) 遠雄之星基地

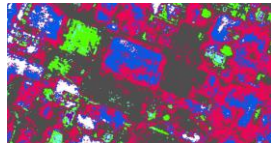
影像疊合結果：



前期分類影像：



後期分類影像：



實際踏查拍攝影像：

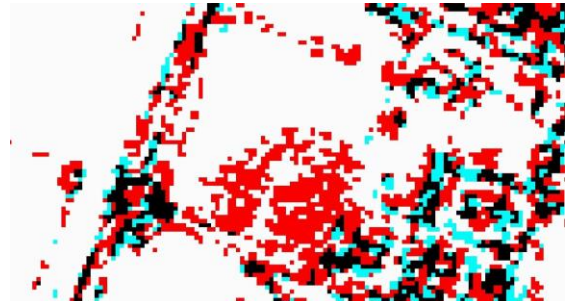


說明：

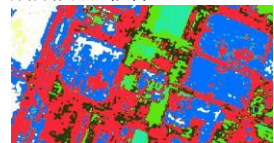
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：藍色（水田）轉變為咖啡色（旱田）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷轉變為住宅。
3. 推論其土地利用變遷之原因：因有詢問遠雄之星接待處的專業人員，遠雄集團想在清水和梧棲交界處實施造鎮計畫，吸引人群來此地居住。

(6) 長虹天擎與聯悅建設基地

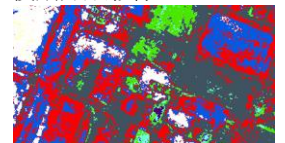
影像疊合結果：



前期分類影像：



後期分類影像：



實際踏查拍攝影像：

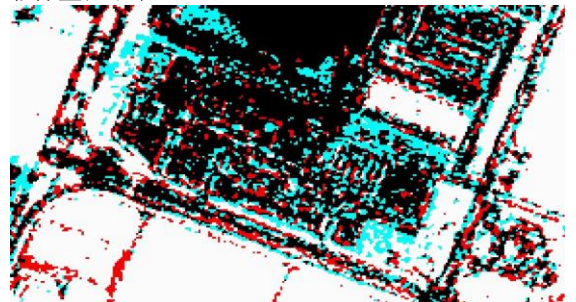


說明：

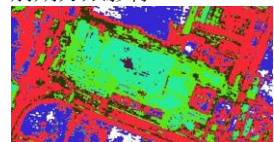
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：紅色（水泥地）、綠色（裸露地）轉變為深紫色（鐵皮建築）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為建地。
3. 推論其土地利用變遷之原因：臺中港特定區造鎮計畫。

(7) 三井暢貨中心

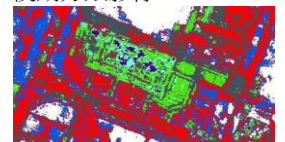
影像疊合結果：



前期分類影像：



後期分類影像：



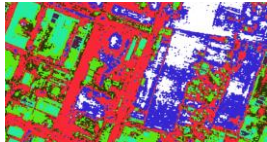
實際踏查拍攝影像：



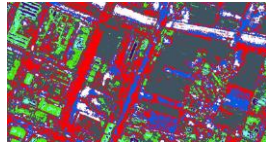
說明：

1. 影像疊合結果配合影像分類結果：藍綠色（水泥建築）轉變為深紫色（鐵皮建築）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為大型購物商場。
3. 推論其土地利用變遷之原因：因為由疊圖影像結果得之 2019 年植生覆蓋率較高，且又因為 2018 年時三井 outlet 正於動工期間，故翻土的動作使 2018 年的植生覆蓋率偏低，到了 2019 年時，因三井 outlet 動工完成，故植物重新萌芽生長。


前期分類影像：



後期分類影像：



實際踏查拍攝影像：




說明：

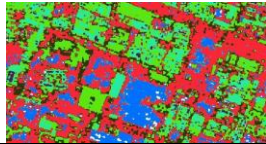
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：紅色（水泥地）、藍綠色（水泥建築）轉變為深咖啡色（旱地）和深紫色（鐵皮建築）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為建地。
3. 推論其土地利用變遷之原因：開發建設。

(8) 某某高中體育館

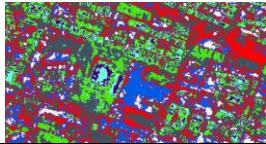
影像疊合結果：




前期分類影像：



後期分類影像：



實際踏查拍攝影像：

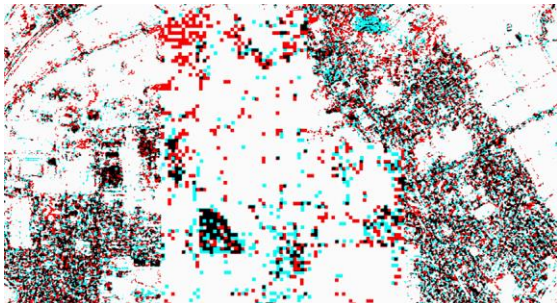


說明：

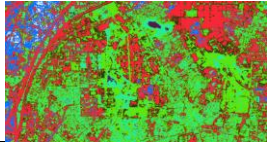
1. 影像疊合結果配合影像分類結果：深咖啡色（旱田）轉變為淡藍色（水泥建築）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為建地。
3. 推論其土地利用變遷之原因：因某某高中擴建體育館，其中間的草地剷除變為工地，所以會有土地變遷的發生。

(10) 水滄經貿園區預定地


影像疊合結果：




前期分類影像：



後期分類影像：



實際踏查拍攝影像：

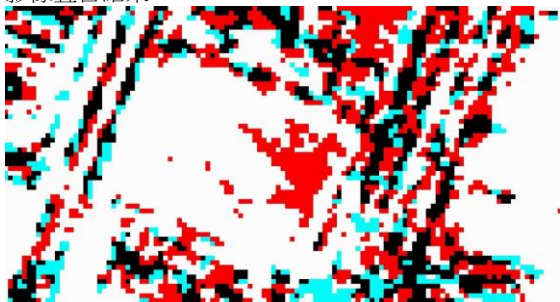


說明：

1. 影像疊合結果配合影像分類結果：紅色（水泥地）、藍綠色（水泥建築）轉變為深咖啡色（旱地）和深紫色（鐵皮建築）。
2. 實察所見：由實地踏查所拍攝的影像得知土地使用變遷為建地。
3. 推論其土地利用變遷之原因：水滄機場解編，由空軍基地變更為經貿園區預定地及公園綠地。

(9) 車王電子與華德動能基地

影像疊合結果：



Employing the NDVI and Supervised Classification to Study the Land Use Change in Western Taichung City

Wei-Yi Lin ¹ Zi-Xi Chen ² Cheng-Chun Hung ^{3*}

Abstract

This paper contributes on an understanding of the relationship between municipal spatial plan and land use. We used FS-5 images as the material to discuss the spectrum features between different land uses based through NDVI analysis and supervised classification. The results show that A. the land use hot spots distribute over the suburbs closing to cities; B. the land use types change from agricultural and forestry to industrial, commercial and residential.

Keywords: FORMOSAT-5, NDVI, Supervised Classification, Land Use Change

¹ Undergraduate Student, Department of Atmospheric Sciences, Chinese Culture University

² Senior High School Student, Taichung Municipal Long-Jin Senior High School

³ Geography Teacher, Taichung Municipal Long-Jin Senior High School

* Corresponding Author, Tel: 886-4-26304536 ext.786, E-mail: hungchengjun@apps.ljjhs.tc.edu.tw

Received Date: Nov. 02, 2020

Revised Date: Nov. 23, 2020

Accepted Date: Dec. 21, 2020